

[Радиоматериалы и радиокомпоненты]

[210303.65 «Бытовая радиоэлектронная аппаратура»

210305.65 «Средства радиоэлектронной борьбы» ]

[ИИБС, кафедра Электроники]

[Преподаватель Останин Борис Павлович]

---

# Радиоматериалы и радиокомпоненты

---

Раздел 3  
Конденсаторы

Лекция 2

**ОСНОВНЫЕ  
РАЗНОВИДНОСТИ  
КОНДЕНСАТОРОВ**

## Основные разновидности конденсаторов

1. Керамические
2. Стеклянные, стеклокерамические и  
стеклоэмалевые
3. Слюдяные
4. Бумажные
5. Электролитические
6. Плёночные
7. Вариконды
8. Варикапы

*Керамические* конденсаторы широко применяют в высокочастотных цепях. Основой конструкции является заготовка из керамики, на две стороны которой нанесены металлические обкладки. Конструкция может быть секционированной, трубчатой или дисковой. Эти конденсаторы не трудоёмки в изготовлении и дешёвы. Для изготовления применяется керамика с различной диэлектрической проницаемостью ( $\epsilon > 8$ ) и ТКЕ ( $-2200 \cdot 10^{-6} \dots 100 \cdot 10^{-6} \text{ 1/}^\circ\text{C}$ ). Применяя параллельное включение конденсаторов с разными знаками ТКЕ, можно получить достаточно высокую стабильность результирующей ёмкости при изменении температуры.

До сих пор выпускаются ранее разработанные виды конденсаторов:

1. КЛГ - керамические литые герметизированные,
2. КЛС - керамические литые секционированные,
3. КМ - керамические малогабаритные пакетные,
4. КТ - керамические трубчатые,
5. КТП - керамические трубчатые проходные,
6. КО - керамические опорные,
7. КДУ - керамические дисковые,
8. КДО - керамические дисковые опорные.

Новые разработки керамических конденсаторов обозначают буквой К. Они предназначаются для использования в качестве компонентов микросхем и микросборок.

*Стеклянные, стеклокерамические и стеклоэмалевые*, как и керамические, относятся к высокочастотным. Они состоят из тонких слоёв диэлектрика, на которые нанесены тонкие металлические плёнки. Для придания конструкции монолитности весь набор спекают при высокой температуре. Эти конденсаторы обладают высокой теплостойкостью и могут работать при температуре до 300 °С.

Три разновидности

1. К21 - стеклянные,
2. К22 - стеклокерамические,
3. К23 - стеклоэмалевые.

Стеклокерамика имеет более высокую диэлектрическую проницаемость, чем стекло. Стеклоэмаль имеет более высокую электрическую прочность.

**Слюдяные** конденсаторы применяются в высокочастотных цепях и имеют пакетную конструкцию. В качестве диэлектрика в них используют слюдяные пластинки толщиной 0,02...0,06 мм. Диэлектрическая проницаемость слюды составляет  $\varepsilon \approx 6$ , а  $\operatorname{tg}\delta = 10^{-4}$ . В настоящее время слюдяные конденсаторы обозначают К31. В РЭА применяют также ранее разработанные конденсаторы - КСО - конденсаторы слюдяные опрессованные., ёмкость которых 51 пФ...0,01 мкФ.

**Бумажные.** В бумажных конденсаторах в качестве диэлектрика применяется конденсаторная бумага толщиной 6...10 мкм, диэлектрическая проницаемость которой  $\varepsilon = 2...3$ . Поэтому эти конденсаторы имеют большие размеры. Изготавливают бумажные конденсаторы из двух длинных, свернутых в рулон, лент фольги, изолированных друг от друга конденсаторной бумагой. Обозначение К40 или К41.

На высоких частотах эти конденсаторы не применяются из-за больших диэлектрических потерь и большой собственной индуктивности. Металлобумажные конденсаторы К42 – разновидность бумажных конденсаторов. В них вместо фольги используют тонкую металлическую плёнку, нанесённую на конденсаторную бумагу.



***Электролитические конденсаторы.*** В этих конденсаторах в качестве диэлектрика используют тонкую оксидную плёнку, нанесённую на поверхность металлического электрода, называемого *анодом*. Второй обкладкой является электролит. В качестве электролита используют концентрированные растворы кислот и щелочей. По конструктивным признакам их делят на

1. жидкостные,
2. сухие,
3. оксидно-полупроводниковые,
4. оксидно-металлические.

**В жидкостных** конденсаторах анод выполнен в виде стержня, на поверхности которого создана оксидная плёнка. Он погружён в жидкий электролит, находящийся в алюминиевом цилиндре. Для увеличения ёмкости анод делают объёмно-пористым путём прессования порошка металла и последующего спекания при высокой температуре.

**В сухих** конденсаторах применяют вязкий электролит. Конденсатор изготавливают из двух лент фольги (оксидированной и неоксидированной), между которыми помещается прокладка из бумаги или ткани, пропитанной электролитом. Фольга сворачивается в рулон и помещается в кожух. Выводы делают от оксидированной (анод) и неоксидированной (катод) фольги.

**В оксидно-полупроводниковых конденсаторах**  
в качестве катода используют диоксид марганца.

**В оксидно-металлических конденсаторах**  
функции катода выполняет металлическая плёнка  
оксидного слоя.

Особенностью электролитических конденсаторов является их униполярность, то есть они могут работать при подведении к аноду положительного потенциала, а к катоду – отрицательного. Поэтому их применяют в цепях пульсирующего напряжения, полярность которого не изменяется.

Электролитические конденсаторы обладают очень большой ёмкостью (тысячи микрофарад) при сравнительно небольших габаритах. Но они не могут работать в высокочастотных цепях, так как из-за большого сопротивления электролита  $tg\delta$  достигает 1,0.

Поскольку при низких температурах электролит замерзает, то в качестве одного из параметров электролитических конденсаторов указывают минимальную температуру, при которой допустима работа конденсатора.

Четыре группы электролитических конденсаторов по допустимому значению отрицательной температуры

1. Н - неморозостойкие ( $T_{\min} = - 10 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ),
2. М - морозостойкие ( $T_{\min} = - 40 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ),
3. ПМ - повышенная морозостойкость ( $T_{\min} = - 50 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ),
4. ОМ - особо морозостойкие ( $T_{\min} = - 60 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ).

При понижении температуры электролитического конденсатора его ёмкость уменьшается, а при повышении возрастает.

В плёночных конденсаторах в качестве диэлектрика используются синтетические высокомолекулярные тонкие плёнки. Современные технологии позволяют получать плёнки, наименьшая толщина которых составляет 2 мкм, механическая прочность 1000 кг/см, а электрическая прочность до 300 кВ/мм. Такие свойства позволяют создавать конденсаторы очень малых габаритов. Конструктивно они аналогичны бумажным конденсаторам и относятся к 7-й группе.

В качестве диэлектрика у плёночных используют:

K71 - полистирол,

K72 - фторопласт,

K73 - полиэтилентерефтолат,

K75 - комбинированное сочетание полярных и неполярных плёнок, что повышает их температурную стабильность.

K76 - тонкая лаковая плёнка (толщиной около 3 мкм), что существенно повышает ёмкость,

K77 - поликарбонат. Даёт высокую удельную ёмкость и высокую температурную стабильность.

В качестве обкладок у плёночных конденсаторов используют:

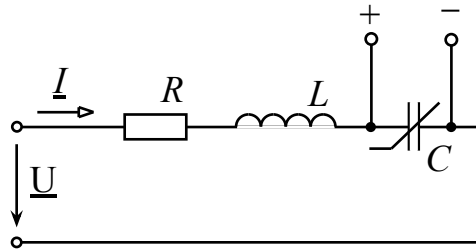
1. алюминиевую фольгу;
2. напылённые на диэлектрическую плёнку тонкие слои алюминия или цинка.

Корпус таких конденсаторов может быть как металлическим, так и пластмассовым и иметь цилиндрическую или прямоугольную форму.



**Вариконды.** Это конденсаторы, ёмкость которых зависит от напряженности электрического поля. Они выполняются на основе сегнетоэлектриков (титаната бария, стронция, калия и др). Для них характерны высокие значения относительной диэлектрической проницаемости и её сильная зависимость от напряжённости электрического поля и температуры. Применяют вариконды как элементы настройки колебательных контуров.

Если вариконд включить в цепь резонансного LC контура и изменять напряжение, подводимое к нему от источника постоянного тока, то можно изменять резонансную частоту этого контура.



**Варикапы.** Это одна из разновидностей полупроводникового диода, к которому подводится обратное напряжение, изменяющее ёмкость диода. Благодаря малым размерам, высокой добротности, стабильности и значительному изменению ёмкости, варикапы широко применяются в РЭА для настройки контуров и фильтров.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Укажите основные разновидности конденсаторов.
2. Поясните устройство керамических конденсаторов.
3. Поясните устройство стеклянных, стеклокерамических и стеклоэмалевых конденсаторов.
4. Поясните устройство слюдяных конденсаторов.
5. Поясните устройство бумажные конденсаторов.
6. Поясните устройство электролитические конденсаторов.
7. Поясните устройство плёночные конденсаторов.
8. Поясните устройство варикондов.
9. Поясните устройство варикапов.